

가입자선로 세분화 원가산정을 위한 가입자망 재설계

Local Loop Redesign Methodology for LLU Costing

민대홍(D.H. Min) 정보기반연구팀 연구원

초고속 인터넷가입자의 급증에 따라 이들을 수용하기 위해 ISP들은 자체망 구축에 심여를 기울이고 있지만 중복·과잉투자라는 문제점이 제기됨에 따라 기존에 구축된 유선망을 효율적으로 사용할 수 있는 필요성이 제기되었다. 이를 위해 가입자선로 세분화(Local Loop Unbundling: LLU)하여 공동활용 할 수 있도록 하는 방안이 추진중이다. 이에 본고는 LLU의 원가산정방법인 Bottom up 형태의 LRIC 모형을 산정하기 위한 가입자망 재설계 방법을 살펴보았다.

I. 서론

우리나라는 1998년 하반기부터 초고속인터넷의 보급이 확산되어 2001년 4월 말 기준 547만 명의 가입자를 확보하게 되었다. 이러한 다량의 가입자를 수용하고 급속히 발전하는 초고속인터넷의 기술 발전을 고려할 때 독자적인 초고속가입자망을 구축하는 것이 바람직하기는 하지만, 단기적으로는 갖은 도로굴착에 따른 국민불편, 일부 초고속가입자망의 유희화 등 과잉중복투자의 부작용이 발생함에 따라 기존에 구축된 동선 PSTN 가입자망(이하 가입자망)을 최대한 활용할 수 있는 대안이 필요하게 되었다.

더구나 신규사업자들이 진출하는 시장은 대규모의 건물이 밀집되어 있는 대형빌딩이나 아파트단지 에 밀집되는 양상을 보임에 따라 대도시의 단독주택이나 중소도시에서는 초고속인터넷의 접근이 어려워 정보격차(digital divide)가 더욱 심화될 수 있다는 문제점이 제기되었다. 따라서 신규사업자가 전국을

대상으로 초고속 인터넷서비스를 제공하기 위해서는 기존에 구축된 가입자망을 이용하는 것이 필수적인 상황이다. 이에 가입자망 공동활용제도가 대두되었으며, 가입자망 공동활용에 따른 대가산정방식은 외국에서 논의되고 있는 장기증분비용(Long Run Incremental Cost: LRIC)이 논의되고 있다.

LRIC를 정의하면 장기적으로 산출물을 일정수준 증가 혹은 감소시켰을 때 추가적으로 소요되는 비용 혹은 감소되는 비용으로 정의할 수 있다. 그러므로 LRIC는 단기적으로 유희설비에 의한 높은 수준의 원가나 시설용량 부족으로 인한 낮은 수준의 원가가 발생하는 것을 회피할 수 있으며, 역사적 원가를 사용하지 않고 미래의 경제적 원가를 사용함으로써 인해 통신망 투자의사결정 시 보다 목적에 적합한 정보를 제공해 줄 수 있다는 장점이 있다. 그 결과 원가에 기반을 둔 여러 요금체계의 사전결정 및 장기적 적용이 가능해 짐에 따라 사업자간 정산이 보다 용이하게 진행될 수 있다. 이에 본고는 국내에서 진행중인 가입자망 공동활용(LLU)의 개념 및 공동활용 대

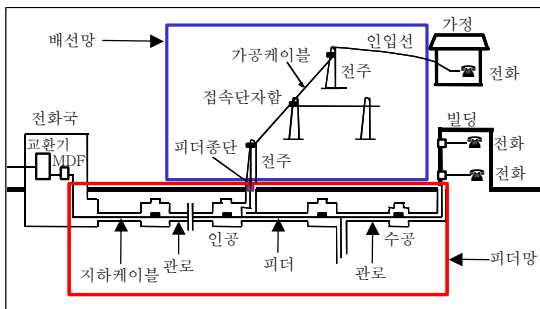
가산정방식인 LRIC 모형 구축을 위한 가입자망 재설계 방법을 살펴보았다.

II. LLU의 개요

통신망은 크게 가입자망과 교환전송망으로 구분할 수 있다. 교환전송망이란 발신자로부터 전달받은 호를 최종 수신자에게 전달하기 위해 구성된 교환기간의 전송망을 의미하며, 가입자망이란 가입자로부터 발생한 호를 교환기까지 전달하거나 반대로 교환기로부터 가입자까지 호를 전달하는 전송망을 의미한다. 그러므로, PSTN에서 일컫는 가입자망이란 가입자측 MDF부터 가입자 댁내까지 인입되는 구간을 일컫는 것으로서 일련의 하부 통신망 구조이며, 전화국부터 가입자까지의 배선에 따른 선로가 부착된 단자, 초고속 인터넷용 모뎀 또는 이동단말기와 기간통신사업자의 국사내 이용자측 최초단자를 연결하여 전기통신신호를 전달하는 유무선의 설비를 말한다.

가입자망은 다시 피더망과 배선망으로 재차 구분되는데, 피더망은 전화국의 MDF와 연결된 대규모의 케이블인 피더케이블(feeder cable)이 가입자 부근의 피더종단까지 포설되면서 형성된 부분을 의미하며, 배선망은 피더케이블의 종단(이하 피더종단)부터 분기되어 가입자 댁내까지 인입되는 부분이다. 이러한 가입자망은 end user와 통신망을 연결시켜 주는 역할을 담당하게 된다.

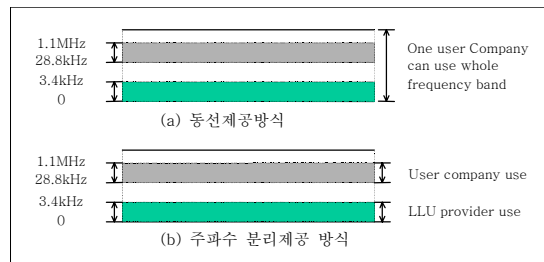
가입자망에 대한 구조는 (그림 1)과 같다.



(그림 1) PSTN 가입자망의 구조

이러한 가입자망은 대규모의 시간적·금적전 투자를 수반하며, 투자비의 회수에 장기간 요구되는 대표적인 애로 설비(bottleneck facility)로서, 시내전화 경쟁활성화에 관건이 되고 있다. 현재 우리나라의 경우 시내전화시장에 경쟁이 도입되기는 하였으나 기존의 지배적 사업자의 독점이 지속되고 있으며 신규사업자의 경쟁은 미미한 상태이다. 이에 신규 전화사업자의 과도하고 불필요한 가입자망 투자부담을 경감시켜 기존 시내전화사업자와 공정한 경쟁을 할 수 있는 제도의 필요성이 제기되었다.

가입자망 공동활용제도는 기존 시내전화사업자가 기존 구축한 가입자망을 경쟁사업자들이 기존의 시내전화사업자들과 동일한 조건으로 사용할 수 있도록 시내전화망 설비를 분리하여 제공토록 하는 제도로서, 크게 기존 시내전화사업자의 동선을 특정한 지점에서 물리적으로 분리하여 이용사업자에게 제공하는 동선제공(full unbundling) 방식과 기존 시내전화사업자의 동선 중 고주파수 대역만을 전기적으로 분리하여 이용사업자에게 제공하는 주파수분리제공(line sharing) 방식으로 구분된다. 그러므로 동선제공방식은 동선 전체의 주파수대역(0~1.1MHz)을 일괄적으로 제공하여 데이터 서비스 뿐만 아니라 음성서비스의 제공도 가능하게 된다. 이에 비해 주파수분리제공방식은 동선의 사용가능한 주파수 대역 중에서 초고속 인터넷에 사용되는 28.8kHz~1.1MHz 대역만을 분리하여 제공하게 된다(그림 2)참조[1].



(그림 2) 동선제공과 주파수분리제공의 사용주파수 대역 비교

III. LRIC 구축을 위한 가입자망 재설계 방법

1. 기본원칙

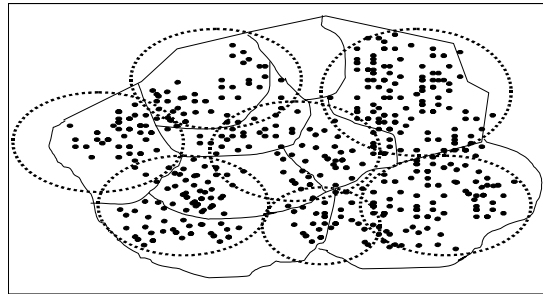
Bottom up 형태의 LRIC 모형은 공학적인 통신망 재설계를 통하여 통신망의 설비를 재구축하고, 이와 관련된 각종 투자비(원가)를 산정하는 방법이다. 이러한 통신망 재설계방법에는 가입자는 현재의 위치에 고정되어 있고 전화국을 포함한 모든 통신망 설비들을 재구축하는 scorched earth 방식과 가입자 위치와 전화국의 위치가 현재위치에 고정되어 있다고 가정하고 통신망을 재구축하는 scorched node 방식이 있다. 초기의 Bottom up 모형에 적용한 방식은 scorched earth 방식을 적용하였으나, 모형의 현실성이 떨어진다는 비판이 제기되어 scorched node 방식에 의한 통신망 재설계가 현재의 추세이다.

Scorched node 방식에 의해 통신망을 구성 시, 케이블이 포설되는 최종지점까지 최단의 거리로 연결을 하도록 한다. 이때 망의 경로는 최단거리를 적용하되, 도로를 따라 케이블이 포설되는 것이 일반적이기 때문에 최종목적지까지 도로를 따라 케이블이 직선으로 포설되다가 분기점이나 교차점, 굴곡점 등이 나타나는 경우 인공(man hole)이나 수공(hand hole)을 설치하도록 한다. 다만, 통신망의 구축 시 망이 포설되는 지역의 자연조건, 또는 지하 구조물 등에 의해서 투자비가 많은 부분 영향을 받는다. 특히, 지질조건에 의해 투자비가 상당부분 추가적으로 발생하므로 이러한 부분도 반영을 하며, 인공구조물이나 법률적인 제약에 의해서 망의 우회가 이루어지는 경우가 많으므로 이러한 부분도 반영하도록 한다[2].

2. 수요 파악 및 군집화

통신망을 재설계함에 있어 가장 중요한 부분이 설비량 파악의 기초가 되는 회선수요의 파악 및 가입자 군집의 형성이다. 일정규모의 가입자들을 피더망과 연결하기 위한 피더중단이 존재하는데, 가입자 군집은 이러한 피더중단이 관할하는 지역을 설정하기 위

하여 가입자들을 일정 크기로 군집화(clustering)를 시행한다. 이러한 군집화는 기본적으로 미국의 Bottom up 모형인 Hatfield/HAI 모형과 같이 GIS 정보를 통하여 이루어지는 것이 대부분이며, 군집형성 시 필요한 회선수요의 파악은 일정 가정 하에 파악하게 된다(그림 3) 참조.



(그림 3) 군집화의 예

회선수요의 파악 시 주거용 일반 단독주택은 1주택 당 1회선의 회선수요가 발생하고, 아파트는 1호당 1회선의 회선수요가 발생한다고 가정하며, 업무용 건물은 7평 당 1회선의 회선수요가 발생하는 것으로 가정할 수 있다.

파악된 수요회선수를 기초로 하여 군집화를 시행하게 되는데, 형성된 가입자 군집의 중앙에 피더중단이 위치하도록 한다. 이때 형성되는 가입자 군집의 크기는 인구밀도에 따라 달라지는데, 인구밀도가 낮은 지역은 적은 가입자만으로도 하나의 군집을 형성하기 때문이다. 인구밀도에 따른 가입자 군집의 크기는 <표 1>과 같다.

군집화는 일반주택과 소규모의 업무용 건물을 대상으로 실시하게 되는데, 아파트단지나 대형빌딩 등은 자체에 MDF 설비가 갖추어져 있어 피더케이블이 직접 연결되므로 아파트나 대형건물의 통신실

<표 1> 인구밀도별 가입자 군집의 크기

구분	고밀도 지역	중밀도 지역	저밀도 지역
km ² 당 인구	1,000명 이상	200명~1,000명	200명 미만
최소 회선수	600회선	300회선	좌동
최대 회선수	1,200 회선	1,200회선	좌동

자체가 피더중단이 되기 때문이다.

뿐만 아니라 아파트나 대형빌딩은 일반주택과는 달리 통신실에서부터 가입자 댁내까지 연결시키는 배선망을 통신사업자가 시공하는 것이 아니라, 건물의 시공사가 배선을 직접 시공하는 것이 대부분이다. 그러므로 아파트나 대형빌딩의 배선망은 통신사업자의 권한 및 책임이 미치지 못하기 때문에 배선망 부분은 재설계 대상에서 제외시키게 된다. 그러므로 군집화 대상건물은 주거용 단독주택과 200회선 미만의 업무용 건물이 된다(<표 2> 참조).

<표 2> 가입자의 수요파악 및 군집화 방법¹⁾

건물용도	거주형태	회선수요	군집화대상
주거용	단독주택	1주택 당 1회선	○
	아파트	1호 당 1회선	×
업무용	소형건물	7평 당 1회선	○
	대형건물	7평 당 1회선	×

하지만 이렇게 하여 파악된 가입자 군집의 수요를 충족시키기 위하여 수요량 만큼만 회선을 공급하는 것이 아니다. 선로설비는 70% 이상의 운용률을 초과할 경우, 회선 당 운용비용이 급격히 증가하여 오히려 망의 효율성이 감소하게 되므로 70%의 회선운용률을 유지시키는 것이 통상적이다. 그러므로 1회선의 수요가 발생하면 실질적으로 제공하는 회선은 1.43회선이 제공되며, 회선수요에 따른 설비규격의 설정도 이러한 제공회선수를 기준으로 결정하게 된다[5]. 예를 들어 200회선의 실제 가입자 수요가 발생하면 실제로 망을 가설하는 설비량은 이의 1.43배인 286회선을 기준으로 결정되게 된다.²⁾

3. 피더망 재설계

가. 통신구

피더망은 전술한 바와 같이 전화국의 가입자측

MDF부터 가입자 군집에 위치한 피더중단을 잇는 대규모의 선로로 이루어진 망이다. 피더망은 처음에 가입자측 MDF를 거친 대규모의 케이블이 한데 집결하는 실험실을 통과하여 통신구를 거치게 된다. 통신구는 콘크리트로 구성된 일련의 컨테이너 구조물로서 대규모의 케이블 조수를 분기이전에 관리 및 유지보수를 위해서 구축한 대규모의 콘크리트 구조물이다. 이러한 통신구는 각 전화국마다 평균 총길이 826m의 통신구를 가지고 있으므로, 각 전화국의 양쪽으로 각각 413m씩 구축되도록 한다.

나. 피더경로의 설정

통신구를 거친 피더케이블은 도로를 따라 구축되며, 도심과 같은 고밀도 지역은 관로를 통해 케이블 포설이 이루어지는 것이 일반적이다. 도로를 따라 망이 포설되지만 도로폭 20m 이상의 도로는 건너편의 가입자와 연결하기 위해서 매년 피더케이블이 도로를 횡단해야 하기 때문에 많은 투자비의 증가를 초래하는 문제점이 발생한다. 그러므로 폭 20m 이상의 도로는 도로의 양측으로 피더망이 포설되도록 재설계한다.

다. 케이블 규격의 설정

케이블의 선정 시 고려해야 하는 중요한 요인은 가입자와 전화국간의 거리 및 가입자 군집 내의 수요로서, 가입자와 전화국간의 거리는 케이블 심선 굵기(심선경)를 결정하며, 가입자 군집내 회선수요는 케이블의 심선수를 결정짓게 된다. 가입자와 전화국간의 거리가 심선경을 결정하는 이유는 거리도 신호의 감쇠에 영향을 미치므로, 전화국과 가입자까지의 거리가 멀수록 신호의 손실률이 적은 굵은 심선경의 케이블을 사용하도록 규정하고 있기 때문이다. 각 거리별 적용심선경은 <표 3>과 같다[6].

케이블의 심선경이 결정되면 가입자 군집 내의 실제 회선수요를 기반으로 산정된 운영회선수를 수용할 수 있는 최소규모의 케이블을 선정하는데, 각 심선경별 케이블의 수용가능 회선수는 <표 4>와 같다[3].

1) 업무용 건물의 회선수요가 200회선 미만인 경우를 소형건물, 200회선 이상인 경우를 대형건물로 정의한다.
2) 이에 적용한 1.43배의 배율을 공급배율이라 하며, 이하 공급배율을 적용하여 산정한 회선수를 운영회선수라 한다.

<표 3> 케이블의 거리별 적용 심선경

거리	적용심선(mm)	손실치
3.6km 이내	0.4	1.9dB/km
5.0km 이내	0.5	1.4dB/km
6.3km 이내	0.65	1.1dB/km
6.3km 초과	0.9	0.8dB/km

<표 4> 케이블 심선경별 케이블 규격

심선경	0.4mm	0.5mm	0.65mm	0.9mm
규격(P)	100	100	100	100
	200	200	200	200
	300	300	300	300
	400	400	400	400
	600	600	600	600
	900	900	900	900
	1,200	1,200	1,200	1,200
	1,500	1,500		
	1,800	1,800		
	2,100			
	2,400			
	2,700			
3,000				

케이블의 최대 규격보다 운영회선수가 큰 경우, 우선 해당 심선경의 최대 회선수를 수용할 수 있는 케이블을 선정하고 나머지 회선을 수용할 수 있는 최소규모의 케이블을 선택하도록 한다. 예를 들어 전화국으로부터 4km 지점에 위치한 가입자들에게 3,100회선을 제공해야 한다면 적용하는 심선경은 4km까지 전송하는 데 필요한 심선경 0.5mm의 케이블을 선택하고, 0.5mm의 심선경을 갖는 케이블의 최대규모인 1,800회선을 수용하는 케이블을 우선 선택한다. 그 다음 나머지 1,300회선을 수용할 수 있는 최소규모의 케이블인 1,500회선을 수용하는 케이블을 선택하도록 한다.

라. 인공 및 수공의 설치

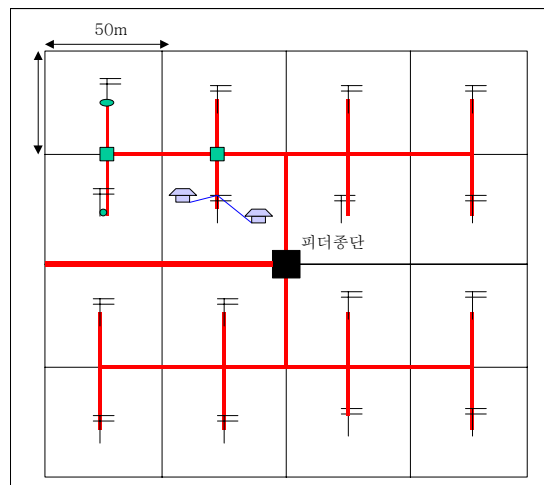
케이블이 일단 포설되면 이들의 유지보수 및 관리가 서비스품질 및 서비스 공급의 안정성을 유지하는 데 중요한 요소가 된다. 하지만 전술한 바와 같이 대부분의 피더케이블은 지하의 관로를 통해 배선이 이루어지므로, 관로에 매설된 케이블의 관리를 위해서는 별도의 시설물이 필요한데, 이를 위해서 설치

되는 시설물이 인공(man hole)이다. 이러한 인공은 케이블 포설 시 일정구간 마다 인공을 설치하는데, 도로의 굴곡 등이 없는 최적의 상황에 대해서는 최대 250m의 설치간격을 적용한다. 다만, 도로의 굴곡점, 교차점, 분기점에서는 매번 1개 이상의 인공이 구축되도록 한다.

4. 배선망 재설계

배선망은 피더케이블이 가입자 군집에 위치한 피더중단에서 분기되어, 가입자택내까지 인입되는 부분을 의미한다. 이러한 배선망도 피더망과 마찬가지로 기본적으로는 도로를 따라 망이 포설되는 것이 일반적이다. 하지만 현재의 우리나라의 GIS 정보가 주택가의 좁은길까지 세세히 나타나지 않으므로 부득이 일정한 재설계 방법을 통하여 가상적인 망을 가정할 수 밖에 없다.

제외국의 경우 피더중단이 설치되는 관할 지역을 grid화 하는데, 250m×250m의 셀로 나누어 각 셀의 중앙까지 배선이 이루어지도록 한다. 이에 가상이 피더망은 (그림 4)와 같이 50m×50m의 셀로 구분하고 각 셀의 중앙까지 1차로 배선이 이루어지도록 한다. 우리나라는 외국과는 달리 계획적인 도시개발이 이루어진 곳이 적어 좁은 도로가 많이 발달하였기 때문에 외국의 경우보다 작은 셀을 가정할 수 있다.



(그림 4) 배선망의 재설계

1차배선이 이루어지면 이후에 각 셀의 중앙부터 가입자까지는 인입되는 2차배선이 필요한데, 1차배선과 2차배선은 전주를 이용하여 배선되는 부분과 관로를 이용하여 배선되는 부분이 있다. 1차배선과 2차배선의 전주와 관로를 통한 배선비율은 <표 5>와 같다.

<표 5> 배선망의 포설방식

	1차배선(피더망-전주)		2차배선(전주-가입자)	
	관로(%)	전주(%)	관로(%)	전주(%)
고밀도	95	5	70	30
중밀도	70	30	50	50
저밀도	40	60	30	70

IV. 결론

지금까지 LLU 제도시행에 따른 통신망 원가를 LRIC를 적용하여 산정하기 위한 가입자망 재설계방법에 대해서 살펴보았다. LRIC는 기존의 원가산정방식인 완전배부원가(Fully Distributed Cost: FDC) 방식이 가지고 있는 문제점의 대안으로 제기된 방식으로서, FDC 방식은 발생원가의 회수를 보장해주는 방식이기 때문에 제공사업자가 원가를 절감하고자 하는 유인이 없으며, 오히려 제공사업자의 비효율적인 운영에 의한 원가의 일부를 접속료의 형태로 이용사업자가 부담한다는 것이 문제점으로 제기된 것이다.

외국에서 LRIC를 구축하는 일반적인 방법은 Bottom up 방식으로서, 우리나라도 Bottom up 방식을 따르고 있다. Bottom up 방식은 공학적인 방법으로서, 전화국을 포함한 모든 통신망을 재구축하

는 scorched earth 방식과 scorched earth 방식에 제기된 현실성의 문제를 보완하여 국사의 현위치를 인정하고 통신망을 재설계하는 scorched node 방식이 있는데, 현재 적용된 방식은 scorched node 방식을 따른 것이다. Bottom up 모형이 일반화적인 추세로 되는 이유 중의 하나는 회계장부를 근거로 작성된 Top down 방식은 기존 통신망의 원가-조업도 관계가 이미 발생한 기술 및 시스템에 의해 얻어진 자료라는 점에서 기존의 효율적이지 못한 부분을 인정함으로써, 효율적 원가의 산정이라는 취지와 거리가 있다는 것 때문이다.

비록 우리나라의 LRIC가 본격적인 검토단계에 있기는 하지만, 향후 보편적 서비스제공에 따른 비용산정이나 접속료 산정 등에 널리 사용될 수 있는 새로운 방법이라 판단된다. 뿐만 아니라 기존의 사업자들은 Bottom up 형태의 LRIC와 현재의 발생원가를 비교해 봄으로써, 자사 통신망의 효율성을 판단할 수 있는 평가모형으로도 사용될 수 있을 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] 가입자선로 공동활용을 위한 공청회 자료, 2001. 5. 23.
- [2] 가입자선로 대가산정 전담반 회의자료, 2001.
- [3] 건설연구원, "2001년 건설공사 표준품셈," 2001. 1.
- [4] 권수천, "통신망간 상호접속의 이론과 실제," 한국전자통신연구원 기술경제연구부, 1998. 11.
- [5] 한국통신/KAIST, "다수사업자 환경에서 가입자선로시설의 휘다시설 기준에 관한 연구보고서," 1997. 4.
- [6] 한국통신, "선로시설 설계기준," 1999. 3.
- [7] HAI Model Release 5.0a, HAI consulting Inc., January 27, 1998.